

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-078218

(43)Date of publication of application : 22.03.1996

(51)Int.Cl.

H01F 1/00  
H01P 7/08  
H03H 7/075

(21)Application number : 06-209586

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 02.09.1994

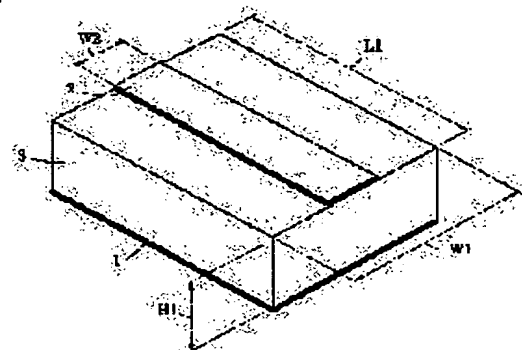
(72)Inventor : UCHIKOBA FUMIO  
NAKAJIMA SHIGEYUKI  
ITO TAKU  
FURUBAYASHI MAKOTO  
MIURA TARO  
IIJIMA YASUSHI  
KURAHASHI TAKAHIDE

### (54) SIGNAL TRANSMISSION ELEMENT

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a signal transmission element having high frequency band blocking characteristics and low frequency band passing characteristics with which the high frequency component of a high frequency region can be absorbed without fail.

**CONSTITUTION:** The signal transmission element contains an earth electrode 1, a signal wire electrode 2 and an insulated substrate 3. The above-mentioned electrodes 1 and 2 are provided on the insulated substrate 3. The insulated substrate 3 is made of a composite member which is formed by mixing ferromagnetic metal powder and insulating resin.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.10.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3141978

[Date of registration] 22.12.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-17113

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 21.10.1999

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第 3 1 4 1 9 7 8 号

(P 3 1 4 1 9 7 8)

(45) 発行日 平成13年3月7日 (2001. 3. 7)

(24) 登録日 平成12年12月22日 (2000. 12. 22)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

H 0 1 F 1/00

H 0 1 F 1/00

C

H 0 1 P 7/08

H 0 1 P 7/08

H 0 3 H 7/075

H 0 3 H 7/075

A

請求項の数 2

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-209586

(22) 出願日 平成6年9月2日 (1994. 9. 2)

(65) 公開番号 特開平8-78218

(43) 公開日 平成8年3月22日 (1996. 3. 22)

審査請求日 平成10年1月23日 (1998. 1. 23)

審判番号 平11-17113

審判請求日 平成11年10月21日 (1999. 10. 21)

(73) 特許権者 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 内木場 文男

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー

ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 中島 重行

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー

ディーケイ株式会社内

(74) 代理人 100081606

弁理士 阿部 美次郎

合議体

審判長 岡 和久

審判官 橋本 武

審判官 下野 和行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号伝送素子

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一つのアース用電極と、少なくとも一つの信号線用電極と、絶縁基体とを含む信号伝送素子であって、

前記電極のそれぞれは、前記絶縁基体に設けられており、

前記信号線用電極は、一端を信号入力端とし、他端を信号出力端とし、前記信号入力端に供給された信号を前記信号出力端から取り出すものであり、

前記信号の電圧は、前記信号線用電極と前記アース用電極との間に印加され、

前記絶縁基体は、強磁性金属粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材であり、

前記絶縁基体は、前記強磁性金属粉の含有量が 5 0 vol % 以上、6 3 vol % 以下の範囲にあり、

2

前記強磁性金属粉は、粒径が 0. 1  $\mu$  m 以上、1 0  $\mu$  m 以下の範囲にある球形状のカーボニル鉄粉を含む信号伝送素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載された信号伝送素子であって、

低域通過型のフィルタとして用いられる信号伝送素子。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【産業上の利用分野】 本発明は、信号伝送素子に関し、更に詳しくは、高域側の周波数成分を吸収によって減衰させる低域通過型（高域阻止型）の信号伝送素子に係る。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 低域通過型（高域阻止型）の信号伝送素子は、典型的には、低域通過型フィルタである。従来の

一般的な低域通過型フィルタは、インピーダンスの整合と、不整合との間の周波数特性の差を利用し、高周波側の周波数帯域に属する信号を反射させることにより、必要なフィルタ特性を得ている。しかし、反射型の低域通過型フィルタでは、反射された不要な周波数成分がフィルタの前段に戻され、例えば、回路中で予期しない発振を引き起こすことがある。吸収型の低域通過型フィルタは不要周波数成分を吸収するタイプのフィルタであり、反射型の低域通過型フィルタに見られる上記欠点を改善する。

【0003】吸収型の低域通過型フィルタは既に提案されている。例えばフェライトを用いたものがその一例であり、具体的にはフェライトビーズなどが既に広く用いられている。しかし、フェライトの吸収し得る周波数帯域は、2GHzよりも低い周波数領域にあり、約2GHz以上の周波数帯域では吸収作用が低く、通過を許容してしまう。

【0004】別の先行技術として、U.S.P. 4, 297, 661号は、マイクロストリップをフェライトによって構成した高域通過型フィルタを開示している。この高域通過型フィルタは低域側で吸収作用が発生し、高域側では吸収作用が発生しなくなる現象を利用したものである。

【0005】上述した2つのタイプの何れの場合も、GHz以上の高周波領域にある不要信号成分を吸収によって抑止することはできない。

【0006】Schiffresは、IEEE Trans Electron Magn Compt. EMC-6 55-61 1964において、フェライトを用いた同軸伝送線を提案しているが、この同軸伝送線は主にMHz帯域での特性取得を目的としたものであり、GHz以上の高周波領域での透過特性及び反射特性を開示していない。GHz以上の高周波領域では、やはり透過が起こるものと思われる。

【0007】高域側で吸収作用のある非磁性材料と、フェライトとを組み合わせ、高周波側でも吸収による信号除去を行なう試みも報告されている。SchlickeがIEEESpectrum 59-68 1967において提案したEMIフィルタや、BogarがProc. of IEEE 67 159-163 1979において提案した低域通過型EMIフィルタがその例である。これらの先行技術においては、同軸型フィルタの絶縁物の一部を、フェライトと誘電体とを積層することによって構成してある。また、Fialloは、ペンシルバニア州立大学博士論文 1993 において、フェライトと誘電体を組み合わせたマイクロストリップ構造のフィルタを提案している。しかし、これらの先行技術においては、多層構造をとらざるを得ず、構造が複雑になる。

【0008】次に、U.S.P. 4, 146, 854号には、フェライトビーズと、金属や樹脂複合部材等なる電波吸収体とを用いた減衰素子が開示され、また、特開平4-127701号公報には、非磁性のマイクロストリップ線路の一部に電波吸収物質を用いる技術が開示されている。しかし、い

ずれの場合にも、電波吸収体もしくは電波吸収物質は、吸収しきれない高周波成分を抑える目的で補助的に使用されているに過ぎない。

【0009】更に、U.S.P. 4, 301, 428号には、適当な電気抵抗をもつ導電性素子と、磁性吸収混合物とを含む電線またはケーブル等が開示されている。導電性素子は、繊維、樹脂、またはガラス等なる非導電性コアを、薄い導電金属層で被覆した複合構造を有している。磁性吸収混合物は非導電性であり、導電性素子を被覆している。しかし、信号線路に電気抵抗値を持たせることはノイズ成分の除去のみならず、信号成分の減衰も引き起こしてしまうため、例えば微小信号を扱う用途では問題がある。また、この先行例は電線についての開示であって、回路素子としての事例は記載されていない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、高周波領域の高周波成分を確実に吸収できる高域阻止及び低域通過特性を有する信号伝送素子を提供することである。

【0011】本発明のもう一つの課題は、1GHz以上の高周波成分を確実に吸収できる高域阻止及び低域通過特性を有する信号伝送素子を提供することである。

【0012】本発明の更にもう一つの課題は、簡素な構造を有する信号伝送素子を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述した課題解決のため、本発明に係る信号伝送素子は、絶縁基体と、少なくとも一つのアース用電極と、少なくとも一つの信号線用電極と、絶縁基体とを含む。前記電極のそれぞれは前記絶縁基体に設けられている。前記絶縁基体は、強磁性金属粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材となる。

【0014】好ましくは、前記強磁性金属粉は鉄である。前記強磁性金属粉の粒径は、好ましくは、0.01μmから100μmの範囲である。前記絶縁基体に含まれる前記強磁性金属粉の含有量は、好ましくは、30vol%から70vol%の範囲である。絶縁基体を構成する前記絶縁樹脂は、エポキシ、フェノールまたはゴムの何れかが好ましい。

【0015】

【作用】本発明に係る信号伝送素子は、少なくとも一つのアース用電極と、少なくとも一つの信号線用電極とが、絶縁基体に設けられているから、信号伝送路への適用において、アース用電極をアースし、信号線用電極を信号伝送路中に挿入することにより、信号伝送を行なう信号伝送素子が得られる。

【0016】絶縁基体は、強磁性金属粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材となるから、信号用電極を通る周波数信号に含まれる高周波領域の不要な高周波成分を、絶縁基体の吸収作用によって確実に吸収できる。具体的には、1GHz以上の高周波帯域において吸収作用（高域

阻止)を生じ、それよりも低い周波数帯域に属する信号は通過させる(低域通過)信号伝送素子となる。また、20GHz程度の周波数までインピーダンスをほぼ一定にすることができ、反射を-10dB程度にすることができる。従って、本発明に係る信号伝送素子は、低域通過型フィルタとして用いるのに適している。

【0017】しかも、高周波成分を吸収する絶縁基体が強磁性金属粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材であり、この絶縁基体に、アース用電極と、信号線用電極とを設けた構造であるから、構造がきわめて簡素化される。

【0018】本発明に係る信号伝送素子の低域通過及び高域阻止の機構は次の通りである。

【0019】伝送路において、その反射利得 $S_{11}(\omega)$ と透過利得 $S_{21}(\omega)$ は、素子の反射率 $\Gamma$ 、透過率 $T$ とすると以下の式で表される。

$$\begin{aligned} S_{11}(\omega) &= (1-T^2) \Gamma / (1-T^2 \Gamma^2) \\ S_{21}(\omega) &= (1-\Gamma^2) T / (1-T^2 \Gamma^2) \\ \Gamma &= \{ (\mu_{\text{off}} / \varepsilon_{\text{off}})^{1/2} - Z_0 \} / \{ (\mu_{\text{off}} / \varepsilon_{\text{off}})^{1/2} + Z_0 \} \end{aligned}$$

$$T = \exp \{ -i \omega (\varepsilon_{\text{off}} \mu_{\text{off}})^{1/2} x \}$$

と表される。ここで、 $\varepsilon_{\text{off}}$ は材料の複素実効誘電率、 $\mu_{\text{off}}$ は材料の複素実効透磁率である。複素実効誘電率 $\varepsilon_{\text{off}}$ 及び複素実効透磁率 $\mu_{\text{off}}$ は、実際には材料の複素誘電率と複素透磁率に形状の因子を加味したものである。 $Z_0$ は回路の特性インピーダンスである。

【0021】まず、高周波領域で吸収を起こすためには、透過率 $T$ がゼロに近くなければならない。その条件は $(\varepsilon_{\text{off}} \mu_{\text{off}})$ が虚数、または実数でマイナスになることである。つまり、 $\varepsilon_{\text{off}}$ 、 $\mu_{\text{off}}$ のどちらかまたは両方の虚数成分が存在し、しかもその値が大きいほど伝送線での吸収が大きいことになる。言い換えれば、材料の損失角 $(\tan \delta)$ が高周波で大きくなることである。

【0022】また、全周波数にわたって反射を小さくする( $S_{11}$ を小さくする)ためには反射率 $\Gamma$ がゼロに近くなければならない。従って、 $(\mu_{\text{off}} / \varepsilon_{\text{off}})^{1/2}$ は全周波数を通して特性インピーダンス $Z_0$ に近くなる必要がある。

【0023】フェライト等による吸収現象の場合、一般的には2GHz程度で虚数成分がゼロとなり、透過率 $T$ が高域で1に近づき、結果として、低域通過効果が得られなくなる。

【0024】一方、本発明において用いられる複合部材は1GHz程度から吸収が顕著となり、20GHz以上でも吸収があり、また、誘電的吸収も伴っている。従って、フェライト材料と違って、透過率 $T$ は高周波までゼロに近くなる。

【0025】一般的に、誘電率 $\varepsilon$ 、透磁率 $\mu$ の実数成分は、吸収のある領域では周波数とともに減少する。このため、吸収がある場合、信号伝送素子の特性インピーダンス $Z_0$ は周波数とともに変化し、結果として、反射率

$\Gamma$ が増加し、反射が顕著になる。

【0026】しかし、本発明において用いられる複合部材の場合は、周波数の増加とともに透磁率の著しい減少を伴うけれども、これと同時に誘電率も小さくなり、その分だけインピーダンスの変化が少なくなるように寄与して、結果として反射が少なくなる。このため、高周波領域で吸収による高域阻止作用を発揮する低域通過型フィルタが実現でき、反射の少ない信号伝送素子を得ることができる。

10 【0027】本発明において、強磁性金属粉の好ましい例は、鉄粉である。鉄の他、ニッケルまたはコバルト等の他の強磁性金属粉を用いることもできる。これらの強磁性金属粉は、単独で用いてもよいし、併用してもよい。強磁性金属粉と混合する絶縁樹脂は、特に種類は問わないが、フェノール系、エポキシ系またはゴム系で良好な特性が得られることを確認している。これらの絶縁樹脂は、単独で用いることもできるし、併用することもできる。

20 【0028】強磁性金属粉として、鉄を用いる場合、粒径は0.01 $\mu\text{m}$ から100 $\mu\text{m}$ の範囲が望ましく、また、含有量は、30vol %から70vol %の範囲が好ましい。強磁性金属粉の粒径が0.01 $\mu\text{m}$ よりも小さいと、十分な吸収作用が得られないばかりでなく、絶縁樹脂と十分に混練することができず、特性の揃った均質な信号伝送素子を得ることが困難になる。一方、強磁性金属粉の粒径が100 $\mu\text{m}$ よりも大きい場合は、絶縁基板の表面が荒れ、良好な電極が形成できなくなる。また、粒径が大きくなり、実用上扱いにくくなる。強磁性金属粉の粒径のより好ましい範囲は0.1 $\mu\text{m}$ から10 $\mu\text{m}$ である。

30 【0029】強磁性金属粉の含有量が30vol %よりも少ないと、十分な減衰が得られない。また、強磁性金属粉の含有量が70vol %よりも多くなると、樹脂と均一混合することが困難になり、また、電極間の絶縁抵抗の著しい劣化を招く。強磁性金属粉の含有量のより好ましい組成範囲は、40vol %から63vol %である。

#### 【0030】

【実施例】図1は本発明に係る信号伝送素子の斜視図である。本発明に係る信号伝送素子は、少なくとも一つのアース電極1と、少なくとも一つの信号線用電極2と、絶縁基体3とを含んでいる。アース電極1及び信号線用電極2は、絶縁基体3に間隔を隔てて設けられている。実施例では、アース電極1が絶縁基体3の一面に設けられ、信号線用電極2が絶縁基体3の他面に設けられている。

【0031】絶縁基体3は、強磁性金属粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材である。強磁性金属粉は、鉄である。出発原料が比較的粒径の大きい粉体の場合は、数種類の市販の鉄粉をメッシュでふるい分け、また粒径の小さい場合は有機金属間化合物から合成した球状の鉄を用

いることができる。この鉄はカーボニル鉄として知られ、本発明では、これらを用いて  $0.01\mu\text{m}$  から  $100\mu\text{m}$  にかけて様々な粒径を選択できる。一方、これと同時に用いる絶縁樹脂は、フェノール系、エポキシ系またはゴム系から選ばれた一種である。

【0032】次に上記信号伝送素子の製造方法を簡単に述べる。まず、強磁性金属粉と絶縁樹脂をそれぞれ混合し、プレス処理によって縦  $10\text{mm}$ 、横  $5\text{mm}$ 、高さ  $30\text{mm}$  程度の直方体の試料を形成した。次に、この試料に適当な熱処理を施して絶縁樹脂を硬化させ、複合部材を得た。さらに、この試料を厚さ  $0.4\text{mm}$  に調整した後、切り出し加工によって絶縁基体 3 を得た。絶縁基体 3 は、長さ  $L1$  が  $10\text{mm}$ 、幅  $W1$  が  $5\text{mm}$ 、厚み  $H1$  が  $0.4\text{mm}$  であった。この絶縁基体 3 の片面の全面にアース電極 1 を形成すると共に、対向する他面に信号線用電極 2 を形成した。アース電極 1 及び信号線用電極 2 は例えば真空蒸着によって形成できる。信号線用電極 2 は素子の特性インピーダンスが  $50\Omega$  になるように、その電極組成材料を調整した。これにより、信号線用電極 2 の線路幅  $W2$  がおおむね  $0.3\text{mm}\sim 0.8\text{mm}$ 、線路長が  $10\text{mm}$  のマイクロストリップライン構造の信号伝送素子が得られた。

【0033】上記信号伝送素子の特性を評価するために、絶縁基体 3 を構成する複合部材の伝送特性  $S11$ 、 $S21$  を測定し、従来の絶縁基体の材料の伝送特性  $S11$ 、 $S21$  との比較により評価した。比較例のサンプルとして、高周波フェライト材料、また、ゴムフェライトの複合部材を用いた。

【0034】信号伝送素子の評価にはネットワークアナライザ HP8720C (ヒューレット・アンド・パッカード社製) と測定ジグ HP83040 (ヒューレット・アンド・パッカード社製) を用いた。さらに、素材の複素誘電率、複素透磁率の測定は、 $1\text{GHz}$  までは平行平板コンデンサー及びトロイダルコアを形成し、インピーダンスアナライザ HP4291A (ヒューレット・アンド・パッカード社製) で測定し、 $1\text{GHz}$  以上はトロイダルコアをエアライジングに挿入し、ソフトウェア HP85071A (ヒューレット・アンド・パッカード社製) を用いネットワークアナライザ HP8720C (ヒューレット・アンド・パッカード社製) で測定した。

【0035】図 2 は鉄-フェノール樹脂の複合部材 (鉄  $60\text{vol}\%$ 、粒径  $2\mu\text{m}$ ) の複素透磁率特性を示す図、図 3 は同じく鉄-フェノール樹脂複合部材 (鉄  $60\text{vol}\%$ 、粒径  $2\mu\text{m}$ ) の複素誘電率特性を示す図である。図 4 及び図 5 のそれぞれは従来の NiZn フェライトについての複素透磁率特性及び複素誘電率特性を示す図である。図において、横軸は周波数を示し、縦軸は比透磁率  $\mu$  または比誘電率  $\epsilon$  と、損失角  $\delta$  とを示している。

【0036】鉄-フェノール樹脂複合部材の場合、 $\text{GHz}$  領域で、透磁率の損失角  $\delta$  (図 2) 及び誘電率の損失

角  $\delta$  (図 3) が増大し、それが高周波領域まで持続している。比透磁率  $\mu$  は損失角  $\delta$  が増大するにつれて小さくなっている (図 2)。また、比誘電率  $\epsilon$  も徐々に減少していくことが分かる (図 3)。

【0037】一方、NiZn フェライトの場合は、図 4 に示すように、透磁率に伴う損失角  $\delta$  は  $1\text{GHz}$  程度で大きな値をとり、それよりも高い周波数領域ではほとんどゼロになる。これに伴って、比透磁率  $\mu$  も  $\text{GHz}$  領域で著しく減少し、1 に近づいていく。また、図 5 に示すように、比誘電率  $\epsilon$  はわずかに減少の傾向が見られる程度で、これに伴う損失角  $\delta$  の変化はごく僅かである。従って、絶縁基板を NiZn フェライトで構成した場合は、フィルタ特性を失う  $\text{GHz}$  領域がある。

【0038】図 6 は鉄-フェノール樹脂複合部材 (鉄  $60\text{vol}\%$ 、粒径  $2\mu\text{m}$ 、図 2 及び図 3 の試料) を用いた場合の伝送特性を示す図である。図示したように、透過特性  $S21$  においては、 $1\text{GHz}$  程度から減衰が顕著になり、測定上限の  $20\text{GHz}$  までこの減衰が継続し、低域通過型フィルタとなることが分かる。反射特性  $S11$  においては、 $10\text{GHz}$  程度までは  $-10\text{dB}$  程度の減衰があり、十分に反射が抑制されていることが分かる。

【0039】図 7 は従来の NiZn 系フェライトを用いた場合の伝送特性を示す図である。透過特性  $S21$  においては、 $1\text{GHz}$  程度に減衰が見られるものの、それよりも高い周波数では再び減衰が少なくなり、低域通過特性は得られない。

【0040】図 8 は従来の NiZn 系フェライト-ゴム系樹脂の複合部材を用いた場合の伝送特性を示す図である。この場合も、図 7 と同様に、低域通過特性を得ることができない。

【0041】図 9 は強磁性金属粉として鉄を用い、その粒径及び含有量を変えて得られた試料番号 1～38 の各々の素子について、その伝送特性の評価結果をまとめて示す図である。伝送特性  $S11$ 、 $S12$  は、通過域の周波数を  $100\text{MHz}$ 、阻止域の周波数を  $5\text{GHz}$  として、その各々の場合の伝送特性  $S11$ 、 $S21$  の利得で評価した。絶縁樹脂はフェノール、エポキシ、ゴム系のものを適宜使用した。

【0042】粒径が  $0.01\mu\text{m}$  から  $100\mu\text{m}$  の範囲にある鉄粉を、含有量  $30\text{vol}\%$  から  $70\text{vol}\%$  の範囲で含む試料番号 2～13、17～23、29～35 は、透過利得  $S21$  が通過域周波数  $100\text{MHz}$  で  $-0.2\text{dB}$  または  $-0.3\text{dB}$ 、阻止域周波数  $5\text{GHz}$  で  $-15\text{dB}\sim -45\text{dB}$  であり、通過域周波数  $100\text{MHz}$  での減衰が小さく、阻止域周波数  $5\text{GHz}$  での減衰が大きくなっている。また、反射利得  $S11$  は通過域周波数  $100\text{MHz}$  で  $-22\text{dB}$  から  $-26\text{dB}$  の範囲、阻止域周波数  $5\text{GHz}$  で  $-9\text{dB}$  から  $-12\text{dB}$  の範囲である。

【0043】これに対して、粒径  $0.005\mu\text{m}$  の鉄粉

を用いた試料番号 1、粒径  $200\mu\text{m}$  の鉄粉を用いた試料番号 14、鉄粉の含有量が  $30\text{vol}\%$  から  $70\text{vol}\%$  の範囲にない試料番号 15、16、24~28、36~38 は、通過域周波数  $100\text{MHz}$  及び阻止域周波数  $5\text{GHz}$  における透過利得  $S_{21}$  または反射利得  $S_{11}$  の何れかにおいて、劣化が認められる。従って、粒径が  $0.01\mu\text{m}$  から  $100\mu\text{m}$  の範囲の鉄粉を  $30\text{vol}\%$  から  $70\text{vol}\%$  の範囲で含むことが好ましい。また、絶縁樹脂の種類による特性上の優劣は殆ど認められない。

【0044】図 10 及び図 11 は本発明に係る信号伝送素子の別の実施例の斜視図である。図において、図 1 と同一参照符号は同一である構成部分を示している。図 10 の実施例は、アース電極 1 が絶縁基体 3 の一面から他面に互って設けられ、信号線用電極 2 と間隔  $d$  を隔てて設けられている。図 11 の実施例では、信号線用電極 21、22 が絶縁基体 3 の側面に設けられている。

【0045】図 12 は本発明に係る信号伝送素子の別の実施例の斜視図である。図において、アース用電極 11、12 は絶縁基体 3 の相対する両面に設けられ、信号線用電極 2 はアース用電極 11、12 と対向して絶縁基体 3 の内部に埋設されたトリプレート型の信号伝送素子を示している。信号線路用電極 2 は、線路幅  $W_4$  が  $1\text{mm}$ 、線路厚み  $t$  が  $30\mu\text{m}$  である。絶縁基体 3 は、鉄-フェノール樹脂複合部材（鉄  $50\text{vol}\%$ 、粒径  $2\mu\text{m}$ ）で構成され、幅  $W_3$  が  $4\text{mm}$ 、厚み  $H_3$  が  $3.5\text{mm}$ 、長さ  $L_3$  が  $3.2\text{mm}$  である。図示はしないが、別のアース用電極を側面に設け、4 面にアース用電極を設けてもよい。

【0046】図 13 は図 12 に示す信号伝送素子の伝送特性を示す図である。図示したように、透過特性  $S_{21}$  においては、 $1\text{GHz}$  程度から減衰が顕著になり、測定上限の  $20\text{GHz}$  でも十分な減衰特性が得られ、低域通過型フィルタとなることが分かる。反射特性  $S_{11}$  においては、 $10\text{GHz}$  程度まで  $-10\text{dB}$  程度の減衰があり、十分に反射が抑制されている。

【0047】図 14 は本発明に係る信号伝送素子の別の実施例の斜視図である。図において、信号線路用電極 2 は、直径  $d_1$  が  $0.2\text{mm}$  の銅線で構成されている。絶縁基体 3 は、鉄-フェノール樹脂複合部材（鉄  $50\text{vol}\%$ 、粒径  $2\mu\text{m}$ ）で構成され、幅  $W_5$  が  $4\text{mm}$ 、厚み  $H_5$  が  $3.5\text{mm}$ 、長さ  $L_5$  が  $10\text{mm}$  である。

【0048】図 15 は図 14 に示す信号伝送素子の伝送特性を示す図である。図示したように、透過特性  $S_{21}$  においては、 $1\text{GHz}$  程度から減衰が顕著になり、測定上限の  $20\text{GHz}$  までこの減衰特性が継続し、低域通過型フィルタとなることが分かる。反射特性  $S_{11}$  におい

ては、 $10\text{GHz}$  程度まで  $-10\text{dB}$  程度の減衰があり、十分に反射が抑制されている。

【0049】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、次のような効果を得ることができる。

(a) 高周波領域の高周波成分を確実に吸収できる高域阻止及び低域通過特性を有する信号伝送素子を提供できる。

(b)  $1\text{GHz}$  以上の高周波成分を確実に吸収できる高域阻止及び低域通過特性を有する信号伝送素子を提供できる。

(c) 簡素な構造を有する信号伝送素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る信号伝送素子の斜視図である。

【図 2】鉄-フェノール樹脂複合部材の周波数-複素誘電率特性を示す図である。

【図 3】鉄-フェノール樹脂複合部材の周波数-複素誘電率特性を示す図である。

【図 4】従来の  $\text{NiZn}$  フェライトについての周波数-複素透磁率特性を示す図である。

【図 5】従来の  $\text{NiZn}$  フェライトについての周波数-複素誘電率特性を示す図である。

【図 6】鉄-フェノール樹脂複合部材を用いた場合の伝送特性を示す図である。

【図 7】従来の  $\text{NiZn}$  フェライトを用いた場合の伝送特性を示す図である。

【図 8】従来の  $\text{NiZn}$  フェライト-ゴム系樹脂の複合部材を用いた場合の伝送特性を示す図である。

【図 9】各々の素子についての伝送特性の評価結果をまとめて示す図である。

【図 10】本発明に係る信号伝送素子の別の実施例の斜視図である。

【図 11】本発明に係る信号伝送素子の別の実施例の斜視図である。

【図 12】本発明に係る信号伝送素子の別の実施例の斜視図である。

【図 13】図 12 に示す信号伝送素子の伝送特性を示す図である。

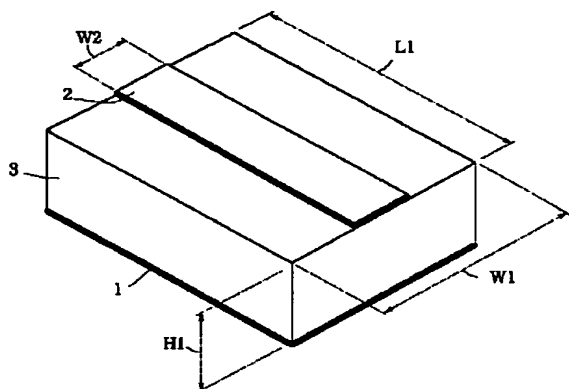
【図 14】本発明に係る信号伝送素子の別の実施例の斜視図である。

【図 15】図 14 に示す信号伝送素子の伝送特性を示す図である。

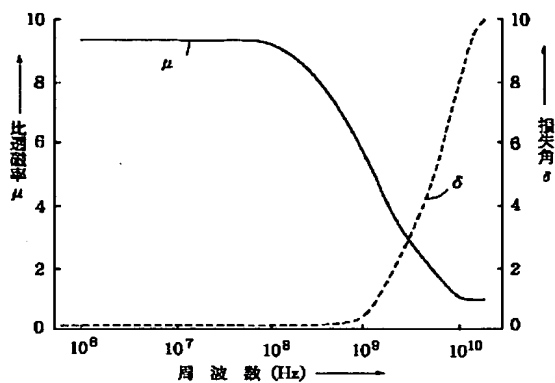
【符号の説明】

- |   |        |
|---|--------|
| 1 | アース電極  |
| 2 | 信号線用電極 |
| 3 | 絶縁基体   |

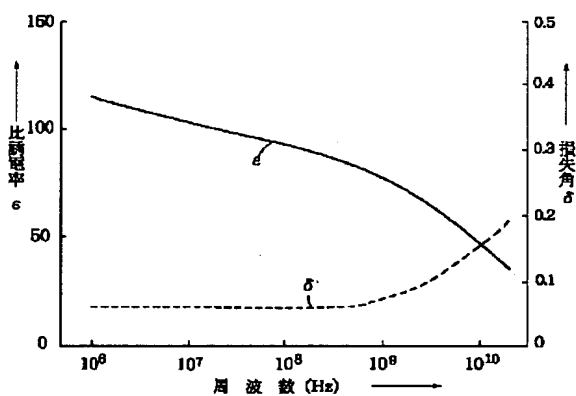
【図 1】



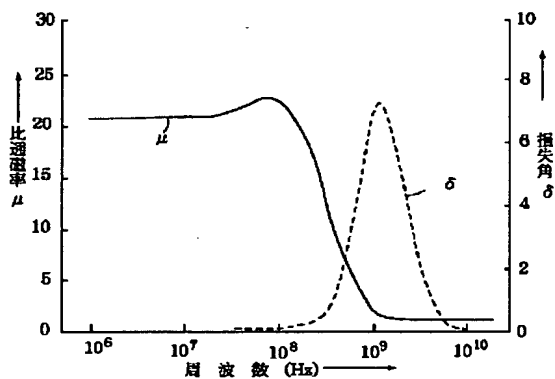
【図 2】



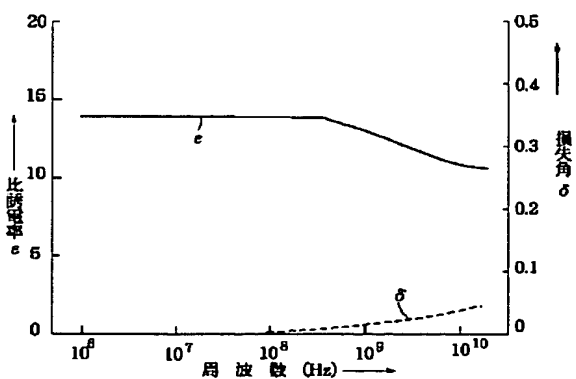
【図 3】



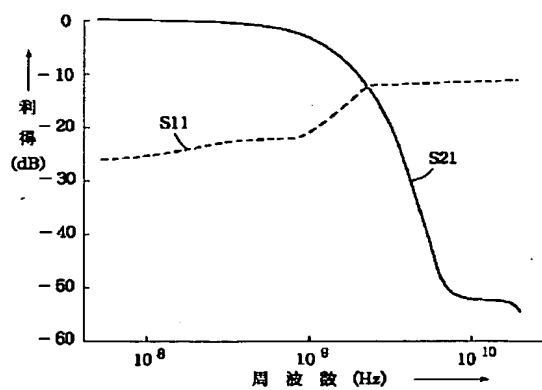
【図 4】



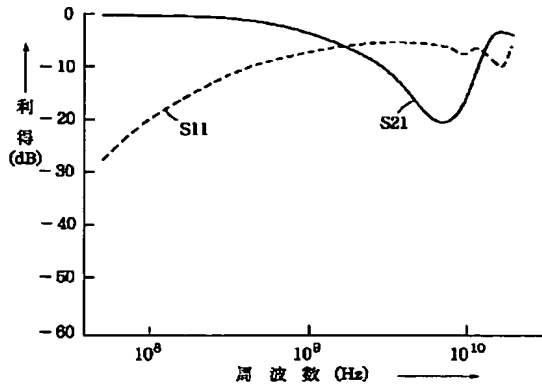
【図 5】



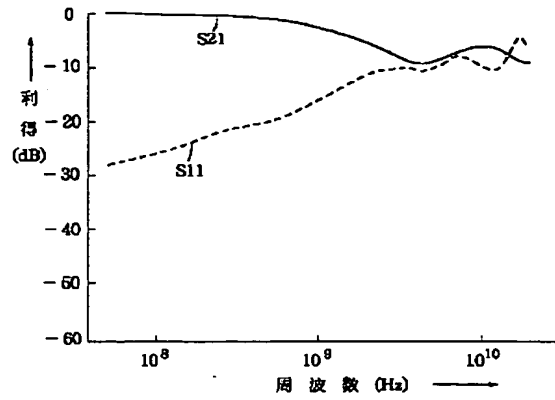
【図 6】



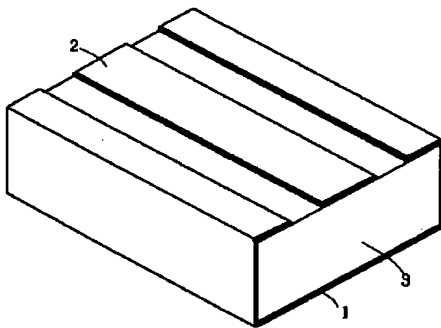
【図7】



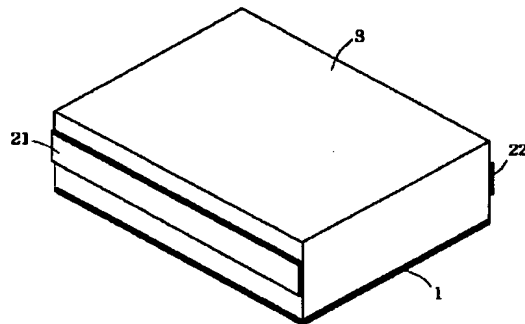
【図8】



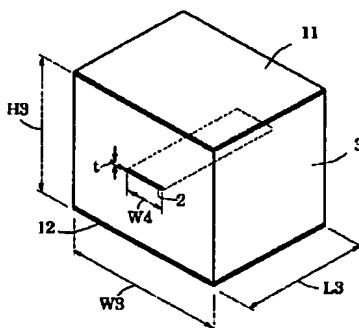
【図10】



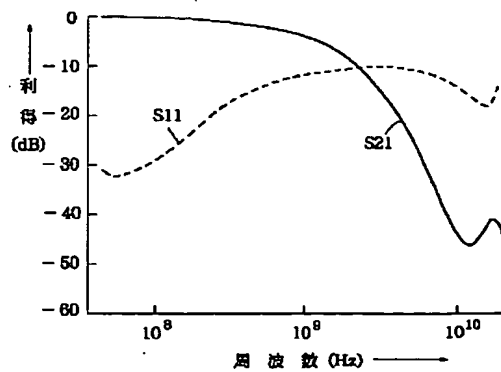
【図11】



【図12】



【図13】





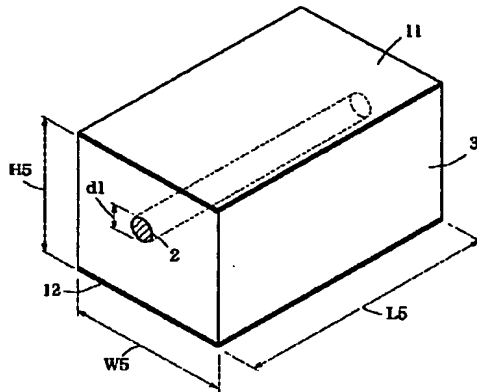
【図 9】

番号	鉄の粒径 $\mu m$	鉄の含有量 vol %	透過利得 S21 (dB)		反射利得 S11 (dB)		樹脂
			100MHz	5GHz	100MHz	5GHz	
1	0.005	30	-0.3	-20	-20	-5	フェノール * 1
2	0.01	40	-0.2	-28	-25	-10	フェノール
3	0.1	60	-0.2	-30	-25	-10	フェノール
4	0.5	60	-0.2	-34	-25	-10	フェノール
5	1	60	-0.2	-35	-24	-10	エポキシ
6	2	60	-0.2	-37	-25	-11	エポキシ
8	3	60	-0.2	-40	-25	-12	エポキシ
9	5	60	-0.2	-40	-25	-12	エポキシ
10	10	60	-0.2	-40	-25	-12	エポキシ
11	30	60	-0.2	-40	-23	-11	エポキシ
12	80	60	-0.2	-40	-23	-12	エポキシ
13	100	60	-0.3	-35	-25	-10	エポキシ
14	200	60	-1.3	-20	-15	-8	エポキシ * 2
15	1	10	-0.2	-10	-25	-8	エポキシ
16	1	20	-0.2	-12	-25	-10	エポキシ
17	1	30	-0.2	-20	-24	-11	エポキシ
18	1	40	-0.2	-23	-25	-10	エポキシ
19	1	50	-0.2	-30	-24	-11	エポキシ
20	1	55	-0.2	-33	-23	-11	エポキシ
21	1	63	-0.2	-45	-25	-12	エポキシ
22	1	65	-0.2	-27	-23	-10	エポキシ
23	1	70	-0.2	-25	-23	-10	エポキシ
24	1	75	-0.2	-25	-23	-10	エポキシ
25	1	80	-0.4	-25	-23	-8	エポキシ
26	1	90	-1.2	-20	-25	-5	エポキシ * 1
27	10	10	-0.2	-10	-22	-9	フェノール
28	10	20	-0.2	-12	-25	-9	フェノール
29	10	30	-0.2	-15	-24	-10	ゴム
30	10	40	-0.2	-25	-23	-10	ゴム
31	10	50	-0.2	-30	-24	-10	ゴム
32	10	55	-0.2	-40	-23	-10	ゴム
33	10	63	-0.2	-40	-25	-10	フェノール
34	10	65	-0.2	-27	-22	-10	フェノール
35	10	70	-0.2	-27	-24	-9	エポキシ
36	10	75	-0.4	-27	-25	-10	エポキシ
37	10	80	-1.0	-27	-23	-8	エポキシ
38	10	90	-1.5	-20	-21	-5	エポキシ

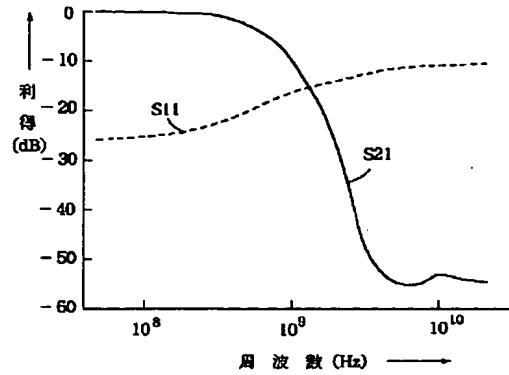
\* 1 : 不均一に分散

\* 2 : 表面にあり有

【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 卓  
東京都中央区日本橋 1 丁目 13 番 1 号 テ  
イーディーケイ株式会社内  
(72)発明者 古林 真  
東京都中央区日本橋 1 丁目 13 番 1 号 テ  
イーディーケイ株式会社内  
(72)発明者 三浦 太郎  
東京都中央区日本橋 1 丁目 13 番 1 号 テ  
イーディーケイ株式会社内

(72)発明者 飯島 康  
東京都中央区日本橋 1 丁目 13 番 1 号 テ  
イーディーケイ株式会社内  
(72)発明者 倉橋 孝秀  
東京都中央区日本橋 1 丁目 13 番 1 号 テ  
イーディーケイ株式会社内

(56)参考文献 特開 昭64-27305 (J P, A)  
特開 昭50-87753 (J P, A)  
特開 平6-164210 (J P, A)  
特開 昭58-95404 (J P, A)  
特開 昭51-89370 (J P, A)  
特開 昭47-27653 (J P, A)